

# 手 続 補 正 書

(法第11条の規定による補正)

特許庁長官 殿

## 1 国際出願の表示

PCT/J P 2 0 0 4 / 0 0 7 6 1 3

## 2 出願人

名 称 住友電気工業株式会社  
SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.  
あて名 541-0041 日本国大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号  
5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka  
541 - 0041 Japan  
国 籍 日本国 JAPAN  
住 所 日本国 JAPAN

## 3 代理人

氏 名 (7420) 弁理士 鎌 田 文 二  
KAMADA Bunji  
あて名 542-0073 日本国大阪府大阪市中央区日本橋 1 丁目 18 番 12 号  
18-12, Nipponbashi 1-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, OSAKA  
542-0073 Japan



## 4 補正の対象

請求の範囲、明細書

## 5 補正の内容

- (1) 別紙の通り、請求の範囲 1, 2, 7, 8 を補正し、請求の範囲 5, 9, 10 を削除します。
- (2) 明細書の段落 0019, 0021, 0025, 0026, 0028, 0041, 0049 を補正します。

## 6 添付書類の目録

- (1) 「請求の範囲」第 11 頁、第 12 頁 各 1 通
- (2) 「明細書」第 4 頁～第 9 頁、第 9 / 1 頁 各 1 通

## 請求の範囲

- [1] (補正後) 電波ビームを収束する半球状の電波レンズと、この電波レンズの球の2分断面に取り付けられて天空から入射される電波または標的に向けて放射される電波を反射させる反射板と、前記電波レンズの任意の電波収束点に配置されて電波を送信または受信するアンテナ素子とを有し、  
前記アンテナ素子が、導波管の先端開口部に誘電体を装荷した誘電体装荷導波管アンテナで構成され、そのアンテナ素子の2個が近接して設けられ、その近接配置された2個のアンテナ素子の誘電体の先端中心を互いに離反する方向に偏在させて導波管の軸心の延長上から外れた位置に配置した電波レンズアンテナ装置。
- [2] (補正後) 電波ビームを収束する球状の電波レンズと、この電波レンズの任意の電波収束点に配置されて電波を送信または受信するアンテナ素子とを有し、  
前記アンテナ素子が、導波管の先端開口部に誘電体を装荷した誘電体装荷導波管アンテナで構成され、そのアンテナ素子の2個が近接して設けられ、その近接配置された2個のアンテナ素子の誘電体の先端中心を互いに離反する方向に偏在させて導波管の軸心の延長上から外れた位置に配置した電波レンズアンテナ装置。
- [3] 前記誘電体装荷導波管アンテナが、角形導波管の先端開口部に誘電体を装荷した角形誘電体装荷導波管アンテナである請求項1又は2に記載の電波レンズアンテナ装置。
- [4] 前記誘電体装荷導波管アンテナの誘電体を導波管の前方に突出させて設け、その突出部を先細テーパ形状にした請求項1乃至3のいずれかに記載の電波レンズアンテナ装置。
- [5] (削除)
- [6] 前記誘電体を導波管の前方に突出させ、その突出部の外周の一部を導波管の断面に交差する方向の面に沿って除去した請求項1乃至3のいずれかに記載の電波レンズアンテナ装置。
- [7] (補正後) 前記誘電体の導波管前方への突出部のアンテナ素子配列方向寸法をその突出部の断面を含む平面内においてアンテナ素子配列方向と直角方向の寸法よりも小さくした請求項4又は6に記載の電波レンズアンテナ装置。

- [8] (補正後) 前記誘電体の導波管からの突出部の先端をカットして誘電体の先端を平面又はR面にした請求項4、6、7のいずれかに記載の電波レンズアンテナ装置。
- [9] (削除)
- [10] (削除)

イドローブを望ましいとされる包絡線レベル以下に抑えつつ、アンテナ素子を離角の小さな衛星にも対応できるサイズに小型化することを課題としている。この課題を解決すれば、小型で体裁の良いマルチビームアンテナ装置を実現することができる。

- [0018] また、小型化したアンテナ素子を可及的に接近させて配置すると、所謂カップリング現象を引き起し、隣り合うアンテナ素子の単体特性(指向性)が大きく変化してアンテナの性能が悪くなる。従って、このカップリング現象の影響を極力小さくすることも重要であり、その要求に応えることも課題としている。

#### 課題を解決するための手段

- [0019] 上記の課題を解決するため、この発明においては、アンテナ素子を、導波管の先端開口部に誘電体を装荷した誘電体装荷導波管アンテナ(誘電体装荷フィード)で構成し、このアンテナ素子を球の2分断面に反射板を取り付けた半球状のルーネベルグ電波レンズ又は球状ルーネベルグ電波レンズと組み合わせて電波レンズアンテナ装置とした。また、前記アンテナ素子の2個を近接して設け、その近接配置された2個のアンテナ素子の誘電体の先端中心を互いに離反する方向に偏在させて導波管の軸心の延長上から外れた位置に配置した。アンテナ素子を構成する導波管は、誘電体の挿入性や、製造時の型抜き性などを考慮すると若干外広がりのテーパがつくことがあるが、基本的にはストレート管であり、ホーンアンテナ用の導波管とは形が異なる。
- [0020] この電波レンズアンテナ装置に採用する誘電体装荷導波管アンテナは、円形導波管や断面楕円形の導波管を使用したものよりも角形導波管の先端開口部に誘電体を装荷したもの(角形誘電体装荷導波管アンテナ)が好ましい。ここで言う角形導波管は、基本的には方形断面の管を指す。ただし、E面、H面の指向性パターンを調整するために、矩形断面になることがあり得る。また、誘電体装荷導波管アンテナを、導波管にその管の前面を一周する溝を設けたチョーク構造のアンテナにするのも好ましい。
- [0021] 導波管の先端開口に装荷する誘電体は、柱状にしてもよい。その誘電体のより好ましい形態を以下に列挙する。
- ・導波管の先端から突出させてその突出部を先細テーパ形状にしたもの。

・誘電体の導波管前方への突出部の外周の一部を導波管の断面(軸直角断面)に交差する方向の面に沿って除去したもの。

・誘電体の導波管前方への突出部のアンテナ素子配列方向寸法をその突出部の断面を含む平面内においてアンテナ素子配列方向と直角方向の寸法よりも小さくしたもの。

・誘電体の導波管からの突出部の先端をカットして誘電体の先端を平面又はR面にしたもの。

- [0022] なお、誘電体の形状は、導波管の形状と必ずしも一致させる必要はなく、導波管の先端開口部に凸レンズ形状の誘電体を装荷した構造にすることもできる。

#### 発明の効果

- [0023] この発明の電波レンズアンテナ装置に採用したアンテナ素子(誘電体装荷導波管アンテナ)は、導波管の先端開口部に装荷した誘電体の働きによってレンズの中心部に入る電力を高く、レンズの表面に近づくにつれて電力を小さくする効果が高まり、アンテナの開口を大きくせずに半値幅を狭くすることができる。

- [0024] また、角形導波管は、同じサイズの円形導波管に比べて通過できる電波の周波数の下限値(カットオフ点)が低いので、円形導波管よりも小さな管で所望周波数帯域を確保することができる。このため、角形誘電体装荷導波管アンテナで構成されるアンテナ素子を使用したものは、電波レンズと組み合わせるアンテナ素子に要求されるより一層のコンパクト化の要求に応えることができる。

- [0025] このように、この発明の電波レンズアンテナ装置は、アンテナ素子を誘電体装荷導波管アンテナで構成し、これを半球状のルーネベルグレンズと組み合わせたので、アンテナ素子の小型化とレンズアンテナのサイドローブの低減を両立させることができ、離角の小さい多数の衛星を通信相手にした性能の良いマルチビームアンテナを実現することが可能になる。また、2個のアンテナ素子を近接して配置するとカップリング現象が起こって各アンテナ素子で捕捉した電波が歪むが、この発明では、2個のアンテナ素子の誘電体の先端中心を互いに離反する方向に偏在させて導波管の軸心の延長上から外れた位置に配置したので、2個のアンテナ素子が近接していてもカップリング現象が抑制されて電波の歪が小さくなり、静止衛星との通信感度が高まる。

[0026] さらに、誘電体の導波管からの突出部を先細テーパ形状にしたもの、誘電体の導波管前方への突出部の外周の一部を導波管長手方向の面に沿って除去したもの、及び誘電体の突出部のアンテナ素子配列方向寸法をそれとは直角方向の寸法よりも小さくしたものは、近接配置したアンテナ素子の誘電体間距離が大きくなってカップリング現象の抑制効果が高まる。

[0027] このほか、誘電体の導波管からの突出部の先端をカットしたものは、アンテナ素子の長さを短縮してアンテナ装置をより小型化することができる。また、カット後の誘電体先端をR面にしたものは水切り性に優れる。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0028] 図3乃至図13に、この発明の実施形態を示す。この発明の電波レンズアンテナ装置の基本構造は、図1に示すもの（球状のルーネベルグ電波レンズを使用して反射板を使用しないものもある）と同じであり、アンテナ素子と2個のアンテナ素子の近接配置の仕方が従来考えられているものと異なる。従って、実施形態はアンテナ素子の構造や配置の仕方のみについて述べる。

[0029] 図3のアンテナ素子3は、角形導波管4の先端開口部に角柱状の誘電体6を装荷して構成されている。

[0030] また、図4のアンテナ素子3は、円形導波管（楕円形の導波管でもよい）5の先端開口部に円柱状の誘電体6を装荷して構成されている。

[0031] 導波管は、角形導波管、中でも断面方形の導波管がスペース効率が良く、アンテナ素子の小型化の効果が最大限に発揮されるが、装荷する誘電体の性能によっては、円形、楕円形の管を用いても、アンテナ素子3を要求サイズに縮小することができる。

[0032] 導波管4、5の材質は真鍮やアルミニウムなどの金属であればよく、量産性に優れたダイキャストであってもよい。この導波管4、5のサイズは、例えば、周波数12GHz帯であれば角形導波管の場合、一辺18mm以下（図3(a)のa、bが共に18mm以下）に収めることができ、アンテナ素子間隔が既述の19.2mmの場合にも、アンテナ素子を互いに干渉させずに所望の位置に配置することが可能になる。

[0033] また、誘電体6は、ポリエチレン等、比較的誘電率が低くてしかも誘電正接( $\tan \delta$ )

の小さい材料が望ましい。

- [0034] この誘電体6の長さ(図5のL)は、アンテナ素子3の半値幅に基づいて決定される。
- [0035] 図6は、導波管4の前面に、その前面を一周する溝7を設けてアンテナ素子3をチョーク構造にしたものである。このチョーク構造を併用するとアンテナ素子単体でのサイドローブ低減の効果も得られ、サイドローブレベルがさらに下がる。このチョーク構造は、角形以外の導波管を用いたアンテナ素子にも有効である。
- [0036] 導波管に装荷する誘電体6の形状は柱状に限定されない。図7は角形導波管4(または円形導波管5)の先端開口部に凸レンズ形状の誘電体6を装荷したものであり、このような形状の誘電体6を使用することもできる。
- [0037] 図8～図13は、素子間の間隔が狭くてカップリングが懸念されるときに有効なアンテナ素子を示している。
- [0038] 円形導波管5を使用したアンテナ素子3と角形導波管4を使用したアンテナ素子3を静止衛星の間隔に対応した間隔Pをあけてそれぞれ2個並べた状態を図8(a)、(b)に示す。角形導波管は、同じ周波数の電波に対応する場合には円形導波管よりも管サイズが小さくてよく、そのため、角形導波管4を使用すると2個のアンテナ素子3を間隔Pをあけて配置したときの両アンテナ素子の誘電体6、6間の間隔 $P_1$ が円形導波管5を使用するものよりも広がってカップリングの度合いが小さくなる。
- [0039] 各アンテナ素子は電波レンズの中心に向けて配置されて隣り合うアンテナ素子の間隔が素子の先端に行くほど狭くなるので、誘電体6の導波管からの突出部は先細テーパ状にするのがよい。突出部の断面形状の一例を図9に示す。例示の突出部は、いずれも幅w(楕円断面の場合短辺)が幅直角方向寸法d(楕円断面の場合長辺)よりも小さく、幅方向がアンテナ素子の配列方向となるように誘電体6の向きを設定することによって隣り合うアンテナ素子の誘電体間距離をより大きくすることができる。
- [0040] 誘電体6の導波管からの突出部を先細テーパ状にした例を図10に示す。図10(a)は、誘電体6の導波管からの突出部を楕円の錐や多角錐にしたものであって、錐の頂点が錐の底面の中心軸上にある。この突出部の先端を、図10(b)や図10(c)に示すようにカットすると、アンテナ素子の軸方向寸法が短縮され、電波レンズの表面から焦点までの距離を小さくしてアンテナ装置のさらなるコンパクト化を図ることができる。

[0041] なお、カット後の誘電体6の先端は、雨水がかかったときの水切り性を考えると、図10(b)の平面よりも図10(c)のR面にするのが望ましい。

誘電体6の突出部を錐状にしたときの頂点は、図10(d)に示すように錐の底面の中心軸上から外れた位置に配置する。この発明では、このように、誘電体6の突出部を非回転対称形状にしたアンテナ素子3の2個を近接して配置する。2個のアンテナ素子を近接して配置するとカップリング現象が起こってアンテナ素子で捕捉した電波が歪むが、誘電体6の突出部先端を図11に示すように互いに離反する方向に偏在させることによってその歪を小さくすることができる。

[0042] 図12に示すように、誘電体6の突出部の外周の一部を導波管の軸直角断面と交差する方向の面に沿ってカットし、この誘電体6を外周のカット面が向き合うように隣り合うアンテナ素子の導波管に装荷する構造でもカップリングを低減することができる。誘電体6の外周のカット面は軸直角断面に対して垂直になっているが、垂直でなくてもよい。

[0043] 図13に、カップリングの度合いが小さいときの指向性パターンを実線で、また、カップリングの度合いが大ききときの指向性パターンを一点鎖線でそれぞれ示す。角形導波管を使用し、さらに、誘電体の形状を工夫してカップリングを抑制すれば電波の歪が小さくなり、静止衛星との通信感度が高まる。

[0044] このほか、誘電体を装荷した導波管の根元部に基板回路を結合し、この基板回路上に低ノイズ増幅器(LNA)、周波数変換器(コンバータ)、発信器等を搭載してアンテナ素子3を衛星放送アンテナ用低ノイズブロック(LNB)として構成してもよい。

[0045] 上述したアンテナ素子は、いずれも図1の電波レンズアンテナ装置用の素子に要求される下記1)～4)の基本性能を満足し、結果としてルーネベルグ電波レンズとの総合特性である、隣接衛星との独立通信が可能な低サイドローブの要求を満たすことができる。

1)  $0.8\lambda$  ( $\lambda$ :波長、例えば、周波数12.5GHzの場合、約25mm)以下のサイズである。

2) 半値幅について例えば50度程度が実現できる。

3) 垂直V、水平Hの両直線偏波共用のため直線偏波アンテナである(この条件を満



足すれば円偏波アンテナにも適用可能)。

4) E面、H面(図3(b)参照)の指向性パターンを極力同じにできる。

[0046] 上述した誘電体装荷導波管アンテナ(角形導波管を用いたもの)を図1の電波レンズアンテナ装置にアンテナ素子3として採用したときのレンズアンテナの指向性パターンにおけるサイドローブの低減効果を図15に示す。

[0047] このように、この発明を特徴づける誘電体装荷導波管アンテナを使用すると、サイドローブSが好ましいとされる包絡線(図の点線)よりも小さくなり、離角が小さい(例えば4.4度間隔)衛星との独立通信が可能になる。

[0048] また、同時にアンテナ素子の小型化が図れ、そのアンテナ素子のスペース面での設置規制が緩和されて多数の衛星との通信が可能になる。

#### 図面の簡単な説明

[0049] [図1]半球状のルーネベルグ電波レンズを用いたアンテナ装置の概念図

[図2](a)振幅分布が一様な場合のアンテナの指向性パターンを示す図、(b)振幅分布にテーパをつけた場合のアンテナの指向性パターンを示す図

[図3](a)アンテナ素子の一例を示す要部の斜視図、(b)角形導波管の断面を示す図

[図4]アンテナ素子の他の例を示す要部の斜視図

[図5]アンテナ素子の基本形を示す要部の側面図

[図6]チョーク構造を併用したアンテナ素子の要部の側面図

[図7]凸レンズ形状の誘電体を装荷したアンテナ素子の要部の断面図

[図8](a)円形導波管を使用したアンテナ素子を2個並べた状態を示す図、(b)角形導波管を使用したアンテナ素子を2個並べた状態を示す図

[図9](a)～(f)誘電体の突出部の断面形状の具体例を示す図

[図10](a)～(d)誘電体の突出部の側面形状の具体例を示す図

[図11]先端が非回転対称形状の誘電体を装荷したアンテナ素子を用いてカップリングを抑制する例を示す図

[図12]誘電体の導波管からの突出部の一部をカットしてカップリングを抑制する例を示す図

[図13]カップリングが小さい場合と大きい場合の指向性パターンを比較して示す図

[図14]半値幅が広い場合のアンテナの指向性パターンを示す図

[図15]アンテナ素子として誘電体装荷導波管アンテナを用いた場合のアンテナの指向性パターンを示す図

## **Amendment**

(Amendment under Article 11 of the Law)

To: The Examiner of the Patent Office

1. Identification of the International Application  
PCT/JP2004/007613
2. Applicant  
Name : SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES.LTD.  
Address : 5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku,  
Osaka-Shi, Osaka 541-0041, Japan  
Country of nationality : Japan  
Country of residence : Japan
3. Agent  
Name : (7420) Patent Attorney  
KAMADA Bunji  
Address : 18-12, Nipponbashi 1-chome, Chuo-ku,  
Osaka-shi, OSAKA 542-0073, Japan
4. Item(s) to be Amended  
The Description and the Claims
5. Details of Amendment  
(translations omitted)
6. List of Attached Documents  
(1) The Claims (pages 21 to 23)  
(2) The Description (pages 7, 7/1, 8, 10, 10/1, 11,  
11/1, 15 and 18)

adjacently to each other, the so-called mutual coupling phenomena occurs and the single characteristic (antenna pattern) of the neighboring primary feeds changes significantly, thereby resulting in deterioration of the performance of antennas. Therefore, it is important to reduce the effect of mutual coupling phenomena as much as possible and satisfying the requirement is also an object of the invention.

10 [Means to achieve the objects]

In order to achieve the above objects, the present invention provides a radio wave lens antenna which is constructed by combining a primary feed with a hemispherical or spherical Luneberg radio wave lens wherein a reflective plate is attached to the half-cut surface of the sphere, the primary feed being formed of a dielectric-loaded waveguide antenna (dielectric-loaded feed) in which a dielectric body is loaded at an end opening of a waveguide. Further, two of the primary feeds are installed closely and the centers of the ends of the dielectric bodies of the two closely disposed primary feeds are located off the extension of each waveguide's center axis by disposing the centers at off-centered positions in a direction that the centers are remotely spaced apart from each other. Although the waveguide constituting in the primary feed can be tapered to

have a slightly wider periphery in consideration of the insertion of dielectric body or die-cutting in production, it is basically a straight tube and differs in shape from the waveguide used for a horn antenna.

5           The dielectric-loaded waveguide antenna employed in this radio wave lens antenna is preferably a rectangular

10

15

20

25

waveguide loaded with a dielectric body at an end opening  
(dielectric-loaded rectangular waveguide antenna) rather  
than a circular waveguide or a waveguide having an  
elliptical cross section. The term rectangular waveguide  
5 used herein basically indicates a tube with a square cross  
section. However, it can have a rectangular cross section  
to adjust the antenna patterns of an E-plane and an H-plane.  
It is also preferable that the dielectric-loaded waveguide  
antenna is a choke structure antenna with an annular groove  
10 around the front surface the waveguide.

A dielectric body loaded at the end opening of the  
waveguide can be of a column shape. The desirable shapes of  
the dielectric body are as follows:

- Having the dielectric body protruded from the end of  
15 a waveguide and make the protrusion be of a taper shape  
having a thinned end;

- Removing a part of the outer periphery of the  
protrusion of the dielectric body projected forward from the  
waveguide along the plane of a direction intersecting the  
20 cross section of the waveguide (cross section normal to the  
axis);

- In the plane including the cross section of the

25

propagate through the waveguide is lower compared to that of a same size circular waveguide. Thus, the rectangular waveguide can ensure a desirable frequency band with a smaller tube than the circular waveguide. Therefore, the  
5 primary feed formed of a dielectric-loaded rectangular waveguide antenna can satisfy a higher degree of compactness required for a primary feed combined with the radio wave lens.

As discussed above, since the radio wave lens antenna  
10 in accordance with the present invention is constructed by combining the primary feed including the dielectric-loaded waveguide antenna and the hemispherical Luneberg radio wave lens, compactness of the primary feed can be achieved while reducing sidelobes of the lens antenna. Thus, it is  
15 possible to realize an efficient multi-beam antenna which communicates with a plurality of satellites spaced at small elongations. Further, if two primary feeds are disposed closely, mutual coupling phenomena occurs, resulting in the distortion of radio waves captured by the respective primary  
20 feeds. However, in accordance with the present invention, the centers of the ends of the dielectric bodies of the two primary feeds are located off the extension of each waveguide's center axis by disposing the centers at off-centered positions in a direction that the centers are  
25 remotely spaced apart from each other. Thus, even though two primary feeds come close to each other, mutual coupling

phenomena is suppressed and the distortion is reduced, so that communication sensitivity for the geostationary satellites is improved.

Further, by having the dielectric body protruded from  
5 the waveguide to be of a taper shape with a thinned end,  
removing a part of the outer periphery of the protrusion of  
the dielectric body projected forward from the waveguide  
along the plane of the length direction of the waveguide and  
further making the dimension of the protrusion of the  
10 dielectric body smaller in the disposed direction of the

15

20

25



primary feeds than in the direction normal to that, the distance between the dielectric bodies of the adjacently disposed primary feeds becomes large, so that the effect of suppressing mutual coupling phenomena is enhanced.

5           Furthermore, by cutting out the end of the dielectric body protruded from the waveguide, the length of the primary feed is shortened and, hence, the antenna can be further scaled down. Besides, excellent water repellence can be achieved by making the cut-out end of the dielectric body in  
10           a round shape.

#### Detailed Description of the Preferred Embodiment

          Figs. 3 to 13 represent preferred embodiments of the  
15           present invention. The basic structure of a radio wave lens antenna in accordance with the present invention is identical to that shown in Fig. 1 (there can be the one that employs a spherical Luneberg radio wave lens without a reflective plate) except a primary feed and a method for  
20           disposing two primary feeds closely. Thus, only the structures or the disposition methods of the primary feeds are described in the embodiments.

          A primary feed 3 in Fig. 3 is constructed by loading a dielectric body 6 having a polygonal column shape at the end  
25           opening of a rectangular waveguide 4.

          On the other hand, a primary feed 3 in Fig. 4 is

constructed by loading a dielectric body 6 of a circular

5

10

15

20

25

Further, considering water repellence in case of being wetted by rain, it is preferable that the cut-out end of the dielectric body 6 is of a round shape as shown in Fig. 10(c) rather than flat as shown in Fig. 10(b).

5        When the protrusion of the dielectric body 6 is of a cone-shape, the vertex is located off the center axis of the base of the cone as illustrated Fig. 10(d). In the present invention, two primary feeds 3 each having the dielectric body 6 whose protrusion is of a non-rotational symmetrical  
10        shape as described above are disposed closely. If two primary feeds are disposed closely, mutual coupling phenomena occurs, resulting in the distortion of radio waves captured by the respective primary feeds. However, the distortion can be reduced by disposing the ends of the  
15        protrusions of the dielectric bodies 6 at off-centered positions in such manner that they are remotely spaced apart from each other as shown in Fig. 11.

As illustrated in Fig. 12, a part of the outer periphery of the protrusion of the dielectric body 6 is cut  
20        out along the plane of a direction intersecting the cross section normal to the axis of the waveguide and such dielectric bodies 6 are loaded to the waveguides of the adjacent primary feeds in such a manner that the cut out surfaces of the outer peripheries face each other. The  
25        coupling can be also reduced in such a structure. Although

## Brief Description of the Drawings

Fig. 1 offers a schematic diagram of an antenna using a hemispherical Luneberg radio wave lens.

5        Fig. 2(a) shows an antenna pattern in case of a uniform amplitude distribution and Fig. 2(b) is an antenna pattern in case of a tapered amplitude distribution.

      Fig. 3(a) provides a perspective view for describing main parts of an exemplary primary feed and Fig. 3(b)  
10       illustrates a cross section of a rectangular waveguide.

      Fig. 4 sets forth a perspective view for describing main parts of another exemplary primary feed.

      Fig. 5 shows a side view for describing main parts of the basic configuration of the primary feed.

15       Fig. 6 provides a side view of the main parts of the primary feed further having a choke structure.

      Fig. 7 describes a cross sectional view of the main parts of the primary feed loaded with a convex lens-shaped dielectric body.

20       Fig. 8(a) depicts the disposition of two primary feeds employing circular waveguides and Fig. 8(b) is the disposition of two primary feeds employing rectangular waveguides.

25

What is claimed is:

1. (Amended) A radio wave lens antenna comprising:

a hemispherical radio wave lens for focusing radio  
5 wave beams;

a reflective plate attached to a half-cut surface of  
the sphere of the radio wave lens for reflecting radio waves  
incoming from the sky or radiated toward targets; and

primary feeds positioned at arbitrary radio wave focus  
10 points of the radio wave lens for transmitting or receiving  
the radio waves,

wherein each primary feed includes a dielectric-loaded  
waveguide antenna where a dielectric body is loaded at an  
end opening of a waveguide and two of the primary feeds are  
15 installed closely and centers of the ends of the dielectric  
bodies of the two closely disposed primary feeds are  
disposed at off-centered positions in a direction that the  
centers are remotely spaced apart from each other to be  
located off the extension of each waveguide's center axis.

20 2. (Amended) A radio wave lens antenna comprising:

a spherical radio wave lens for focusing radio wave  
beams; and

primary feeds positioned at arbitrary radio wave focus  
25 points of the radio wave lens for transmitting or receiving  
the radio waves,

wherein each primary feed includes a dielectric-loaded waveguide antenna where a dielectric body is loaded at an end opening of a waveguide and two of the primary feeds are installed closely and centers of the ends of the dielectric  
5 bodies of the two closely disposed primary feeds are disposed at off-centered positions in a direction that the centers are remotely spaced apart from each other to be located off the extension of each waveguide's center axis.

10 3. The radio wave lens antenna of claim 1 or 2, wherein the dielectric-loaded waveguide antenna is a dielectric-loaded rectangular waveguide antenna where the dielectric body is loaded at the end opening of a rectangular waveguide.

15 4. The radio wave lens antenna of any one of claims 1 to 3, wherein the dielectric body of the dielectric-loaded waveguide antenna is protruded forward from the waveguide and a protruded portion of the dielectric body is of a taper shape having a thinned end.

20

5. (Cancelled)

6. The radio wave lens antenna of any one of claims 1 to 3, wherein the dielectric body is protruded forward from the  
25 waveguide and a part of an outer periphery of a protruded portion of the dielectric body is removed along a plane of a

direction intersecting a cross section of the waveguide.

7. (Amended) The radio wave lens antenna of claim 4 or 6,  
wherein in a plane including a cross section of the  
5 protruded portion of the dielectric body protruded forward  
from the waveguide, a dimension of the protruded portion in  
a disposed direction of the primary feeds is smaller than  
that in a direction normal to the disposed direction of the  
primary feeds.

10

8. (Amended) The radio wave lens antenna of any one of  
claims 4, 6 and 7, wherein an end of the dielectric body  
protruded from the waveguide is cut out such that the end of  
the dielectric body is of flat or a round shape.

15

9. (Cancelled)

10. (Cancelled)